

ZUR VOLLWERTIGKEIT UND VERTRÄGLICHKEIT
VON FORMELDIÄTEN
- PROTOKOLL EINES ERNÄHRUNGSVERSUCHES -

Hannelore Kämmerer-Kanter

'975
2

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. W. Seitz

ZUR VOLLWERTIGKEIT UND VERTRÄGLICHKEIT VON FORMELDIÄTEN

- PROTOKOLL EINES ERNÄHRUNGSVERSUCHES -

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hannelore Kämmerer-Kanter

aus

Frankfurt am Main

Jahr

1975

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Priv.Do. Dr. G. Wolfram

Mitberichterstatter: Prof. Dr. N. Zöllner

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 11. März 1975



Zur Vollwertigkeit und Verträglichkeit von Formeldiäten

- Protokoll eines Ernährungsversuches -

- I Einleitung
- II Der Ernährungsversuch
 - 1. Zusammensetzung der Formeldiäten
 - 2. Kalorienzufuhr
- III Ergebnisse
 - 1. Allgemeine Befunde
 - 2. Protokolle der Versuchspersonen
 - 3. Verträglichkeit der Formeldiäten
- IV Diskussion
- V Zusammenfassung
- VI Literaturverzeichnis
- VII Lebenslauf

I EINLEITUNG

Krankheiten entstehen nicht nur durch Mangel an Nahrungsmitteln, sondern auch durch eine zu große Energiezufuhr oder durch falsche Zusammensetzung der Nahrung.

Abgesehen von den Hungergebieten in der Dritten Welt stehen wir heute vor einem Überangebot an Nahrungsmitteln. Das führt dazu, daß wir uns nicht nach den Bedürfnissen unseres Organismus ernähren, sondern bei der Auswahl der Nahrungsmittel in Form von Kohlenhydraten und/oder den Fetten zuviel Kalorien aufnehmen (25). Dies wirkt sich umso ungünstiger aus, als durch die Industrialisierung und den Wohlstand die körperliche Aktivität und damit der Kalorienbedarf zurückgegangen sind.

Für die Auslösung eines Myokardinfarktes sowie für die Entstehung einer Arteriosklerose, deren erste Manifestation sich nicht selten in den Koronararterien findet (22), kommen verschiedene ätiologische Momente in Frage: Genetisch bedingte Ursachen (9), Alterungsprozesse, Hypertonie, Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Adipositas, Störungen der Blutgerinnung, Streß, Nikotinabusus (22). Mit 28,2 % führen jedoch die Stoffwechselkrankheiten die Ursachen an, die arteriosklerotische Veränderungen auslösen können (11). Da Stoffwechselkrankheiten auf dem Boden eines angeborenen Defektes durch den Umweltfaktor Ernährung manifest oder auch verschlechtert werden und die Entstehung der Arteriosklerose beschleunigen, liegt der Gedanke nahe, Menschen mit Arteriosklerose durch eine geeignete Ernährungstherapie oder noch besser Ernährungsprophylaxe zu helfen (1). Als logische Folge aus diesen Überlegungen sind eine Vielzahl von

Untersuchungen durchgeführt worden, die klären sollten, welche Bestandteile der Nahrung eine Arteriosklerose begünstigen.

YUDKIN und MORLAND (24,25) machen allein den vermehrten Genuß von Zucker dafür verantwortlich. Nach Meinung anderer Autoren, Übersicht bei MALHOTRA (19), sind die langkettigen Fettsäuren, nach TURPEINEN (23) die gesättigten Fettsäuren ausschlaggebend, wohingegen nach FINEGAN (7) eine erhöhte tägliche Kalorienaufnahme weitgehend in Form von Fett für die vorzeitige Entstehung einer Arteriosklerose entscheidend ist. Zu diesen Ergebnissen kam man durch Beobachtungen der Ernährungsgewohnheiten verschiedener Bevölkerungsgruppen und durch epidemiologische Untersuchungen wie z.B. in Framingham USA.

Ein großer Fortschritt in der Technik des Ernährungsexperiments am Menschen war die Einführung der Formeldiät durch AHRENS et al. (3,4). Diese synthetische Nahrung erlaubt den beliebigen Austausch chemisch definierter Nährstoffe, ohne die gesamte Energiezufuhr oder den Anteil anderer Nährstoffe zu verändern. MACDONALD (20,21), KAUFMANN et al. (13), KUO et al. (17) und andere kamen mit Hilfe dieser Formeldiäten zu differenzierten Aussagen. Unter vielen anderen Ergebnissen wurde gezeigt, daß gesättigte Fettsäuren in Verbindung mit Fructose bzw. Saccharose den Serumlipidspiegel und damit den Stoffwechsel in einer Weise beeinflussen, die für eine Arteriosklerose günstig ist. Dies gilt für Männer und auch für Frauen nach der Menopause, nicht jedoch für Frauen vor der Menopause (21). Der Gehalt an Eiweiß in der Ernährung wurde dagegen bisher nie in Verbindung mit Arteriosklerose oder der Entwicklung des Herzinfarktes gebracht (15).

Die Tatsache, daß sich von 1952-1968 die Zahl der Todesfälle durch Erkrankungen der Koronarien und deren Folgen vervierfacht hat (15), unterstreicht die Bedeutung derartiger Versuche.

Es stellt sich aber zwangsläufig die Frage, ob die flüssige Formeldiät, die 1954 von AHRENS et al. (3,4) bei metabolischen Studien erstmals angewandt wurde, einer vollwertigen Ernährung entspricht und welche Auswirkungen die Umstellung von konventioneller Kost zu Formeldiät auf die Versuchspersonen haben könnten.

Die Vorteile gegenüber einer konventionellen Kost liegen auf der Hand:

1. Die Bestandteile (z.B. Glukose, Eiweiß, Fett bekannter Zusammensetzung) lassen sich leicht mischen und
2. können ohne Mühe jeden Tag in konstanter und definierter Zusammensetzung hergestellt werden.
3. Jede Mahlzeit hat den ganzen Tag über die gleiche Zusammensetzung.
4. Es sind große Variationen bezüglich der Kombination von Protein, Fett und Kohlenhydraten möglich.
5. Es können spezifische Fette und Kohlenhydrate verwendet und deren Auswirkung beobachtet werden (3,4).
6. Eine Lagerung von Lebensmitteln bedingt eine mehr oder weniger starke Änderung der Zusammensetzung (siehe Kartoffeln), so daß ständige Analysen und Neuberechnungen der Kost notwendig wären (16).
7. Eine Formeldiät ist wirtschaftlicher (14)
 - a) sie ist unabhängig von der Jahreszeit
 - b) billiger, da in größeren Mengen verpackt
 - c) weniger Arbeit beim Auswiegen
8. Der tägliche Nahrungsverbrauch kann jederzeit genauestens kontrolliert werden (18).

Die Ernährung soll den Kalorien- und Wirkstoffbedarf des Organismus decken, d.h. eine synthetische, bilanzierte Diät muß außer Aminosäuren, Kohlenhydraten und essentiellen Fettsäuren noch ausreichend

Vitamine und Mineralien enthalten (18). Sind diese Voraussetzungen erfüllt, so kann mit einer synthetischen Formeldiät Leben und Leistungsfähigkeit ohne Mangelerkrankung über lange Zeit aufrechterhalten werden.

LAST (18) verabreichte 11 hochgradig Schwachsinnigen über 7 Wochen eine synthetisch bilanzierte Diät von 1500 Kal., bei der nur zwei Patienten mit einer geringfügigen Gewichtsabnahme reagierten. Das Allgemeinbefinden und die Zuwendung zur Umwelt besserten sich in dieser Zeit zunehmend.

AHRENS et al. (3) gelang es bei insgesamt 114 Patienten für 4 Wochen und länger (bis zu 16 Wochen), mit verschiedenen flüssigen Formeldiäten eine ausgeglichene Energiebilanz aufrechtzuerhalten. Sie berechneten die Kalorienzufuhr nach der Körperoberfläche. Danach waren nur noch geringfügige Änderungen wegen Gewichts- oder Gewichtsabnahme vonnöten. Nausea, Erbrechen, Diarrhoe, Flatulenz und Blähungen traten selten auf und verschwanden in den ersten 2-3 Tagen.

MACDONALD (20,21), der in mehreren Veröffentlichungen Ernährungsversuche mit Formeldiäten, allerdings nur über wenige Tage, beschreibt, berichtet nur einmal von einer Gewichtsabnahme von 1 Pfund innerhalb von 5 Tagen bei einer Saccharose-Butter-Diät.

Anhand der zitierten Arbeiten kann man davon ausgehen, daß die Formeldiät in bezug auf Lebens- und Leistungsfähigkeit der Versuchspersonen gleichwertig mit einer normalen ausgewogenen Kost ist. Das Körpergewicht konnte weitgehend gehalten werden. Gelegentlich aufgetretene Nebenwirkungen verschwanden in den ersten Tagen.

Diese Fakten zusammen mit den genannten Vorteilen bei der Zubereitung läßt die Formeldiät bei ernährungsphysiologischen Studien als die

Methode der Wahl erscheinen.

Da die einzelnen Arbeitsgruppen verschiedene Nährstoffquellen verwenden, kann man die Ergebnisse dieser Versuche nicht ohne weiteres miteinander vergleichen oder gar übertragen. Bisher wurde die Formeldiät vorwiegend in den USA und England zu Versuchen herangezogen. Es wurden z.B. Lesofax^R, Maisstärke, Casein, Dextrose, Glukose, Maltose, Baumwollsaamenöl, Kokosnußöl, Sonnenblumenöl und synthetische ungesättigte Fettsäuren verabreicht (4,21). Hier in Deutschland stehen andere Nährstoffquellen zur Verfügung, z.B. Magermilchpulver, Hyperprotidine^R, Dextrosin^R, Saccharose, Maiskeimöl, Safloröl, Butter. Zielsetzung dieser Arbeit ist es, im Rahmen eines Ernährungsversuches mit Formeldiät die Vollwertigkeit und Verträglichkeit dieser synthetischen Kost mit den in Deutschland zur Verfügung stehenden Nährstoffen zu überprüfen.

II DER ERNÄHRUNGSVERSUCH

1. Zusammensetzung der Formeldiäten

Sieben gesunde Personen, sechs Männer und eine Frau, im Alter von 26 - 32 Jahren unterzogen sich freiwillig einem 45tägigen Ernährungsversuch, der vom 5. November 1973 bis zum 20. Dezember 1973 stattfand. Alle Versuchspersonen hatten eine ausreichende Motivation, den Versuch korrekt durchzuführen. Die Verfasserin dieser Arbeit war selbst eine der Versuchspersonen.

Der Versuch hatte folgenden Aufbau:

6	Tage	Formeldiät	I
9	Tage	Formeldiät	II
6	Tage	Formeldiät	I
9	Tage	Formeldiät	III
6	Tage	Formeldiät	I
9	Tage	Formeldiät	IV

Die Energiezufuhr mit der Formeldiät I bestand zu 14 % aus Eiweiß, 45 % aus Dextrosin und 41 % aus Fett. Dieses Verhältnis entspricht in etwa der normalen Nahrungszusammensetzung. Als Eiweißquelle wurde "Hyperprotidine 92" von der Firma Guigoz verwendet, das außerdem Spuren von Calcium, 3,9 % Feuchtigkeit und 4,1 % Asche enthält. Dextrosin^R (Maltodextrin^R) ist ein geschmacksneutrales Oligosaccharidpräparat der Firma Maizena. Als Fett wurde eine Mischung aus Butter, Olivenöl und Safloröl genommen. Safloröl, auch Distelöl genannt, hat mit ca. 80 % Linolsäure den höchsten Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren aller Speiseöle; es ist außerdem mit Vitamin E bis zu einem Verhältnis von 1 mg Vitamin E auf 1 g Linolsäure angereichert und enthält

natürliches Provitamin A.

Die Formeldiät II setzte sich wie folgt zusammen:

14 % der Energie aus Eiweiß, 52 % aus Saccharose und
34 % aus Butter

Die Formeldiät III bestand zu:

14 % der Energie aus Eiweiß, 52 % aus Saccharose und
34 % aus Maiskeimöl (Mazola)

Die Formeldiät IV wurde hergestellt aus:

14 % der Energie aus Eiweiß, 83 % aus Saccharose und
3 % aus Safloröl

Die Tabellen 1 - 4 enthalten die genaue Zusammensetzung der einzelnen Formeldiäten.

Um Fehlerquellen auszuschalten, die durch Anpassung an die flüssige Kost auftreten könnten, begannen zwei Personen mit der Formeldiät II, zwei mit der Formeldiät III und drei Personen mit der Formeldiät IV.

Tab. 1 Formeldiät I - Prozentuale Zusammensetzung

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	Cal.	EW %	F %	KH %
Hyperprotidine	114,0	Eiweiß	103,0	421	14,2		
Butter	75,0	Fett	60,0	558		19,4	
Oliveöl	57,2	Fett	57,2	532		17,6	
Safloröl	14,0	Fett	14,0	130		4,3	
Dextrosin	345,0	KH	326,0	1337			44,5
				2978	14,2	41,3	44,5

Tab. 2 Formeldiät II - Prozentuale Zusammensetzung

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	Cal.	EW %	F %	KH %
Hyperprotidine	115,6	EW	104,3	428	14,1		
Butter	133,2	Fett	106,4	990		34,4	
Saccharose	380,6	KH	379,9	1558			51,5
				2976	14,1	34,4	51,5

Tab. 3 Formeldiät III - Prozentuale Zusammensetzung

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	Cal.	EW %	F %	KH %
Hyperprotidine	117,7	Eiweiß	106,0	435	14,3		
Maiskeimöl	111,4	Fett	111,3	1035		33,9	
Saccharose	386,0	KH	385,0	1579			51,8
				3049	14,3	33,9	51,8

Tab. 4 Formeldiät IV - Prozentuale Zusammensetzung

Nährstoffquelle	g	Nährstoff	g	Cal.	EW %	F %	KH %
Hyperprotidine	113,3	Eiweiß	102,3	419	13,87		
Safloröl	9,0	Fett	9,0	83		2,77	
Saccharose	616,0	KH	614,8	2521			83,37
				3023	13,87	2,77	83,37

Wie den Tabellen 5 - 8 zu entnehmen ist, wurden jeder Kost pro Tag 5 g Natriumchlorid, 2 g Kaliumchlorid und insgesamt (den Cholesteringehalt der Butter mit eingeschlossen) 550 mg Cholesterin beigelegt. 550 mg Cholesterin entsprechen der durchschnittlichen täglichen Aufnahme pro Person in der Bundesrepublik.

Die Zutaten wurden jeden Tag für jede Person einzeln gewogen und mit 1 l Wasser verquirlt. Es stellte sich heraus, daß durch eine längere Mischzeit die Formeldiät säuerlich und ungenießbar wurde. Deshalb mußte darauf geachtet werden, in kürzester Zeit eine gleichmäßige Konsistenz herzustellen. Die Tagesrationen wurden möglichst kühl in handelsüblichen Milchtüten aufbewahrt.

Jede Person durfte Tee und Kaffee in nicht vorgeschriebener Menge zu sich nehmen. Der Genuß von Mineralwasser, man einigte sich auf "Überkinger", mußte im Protokoll notiert werden. Außerdem nahm jeder täglich eine Kapsel Multibionta ein (Inhalt: Vit.A 7500 I.E., Vit. B₁ chloridhydrochlorid 10 mg, Vit. B₂ 12,5 mg, Biotin 150 µg, Nicotinsäureamid 69 mg, Ca-D-pantothenat 20 mg, Vit. B₆hydrochlorid 15 mg, Vit. B₁₂ - Cyanokomplex 10 µg, Vit.C 200 mg, Vit.E-acetat 10 mg, Rutin 30 mg), um den Vitaminbedarf zu decken.

Eventuelle Medikamenteneinnahmen wurden im Protokoll festgehalten. Dies waren bei Versuchsperson A: 1 Thomapyrin am 21. Tag und bei Versuchsperson B: Penicillin vom 3. - 10. Tag.

Eine Tagesration der Kost wurde in möglichst vielen und kleinen Portionen den Tag über verteilt gegessen bzw. getrunken, um eine gute Auswertung der Nahrung zu gewährleisten.

2. Kalorienzufuhr

Entsprechend der durchschnittlichen täglichen Kalorienaufnahme während der letzten acht Tage vor dem Formeldiät-Versuch wurde die Kalorienzufuhr für die Formeldiätperioden festgesetzt. Sie mußte jedoch im Verlauf des Versuchs je nach Gewichtsverlust korrigiert werden.

Die Versuchspersonen wogen sich jeden Morgen und trugen ihre Werte in einer Tabelle und einer Kurve ein. Der genaue Gewichtsverlauf ist aus Tabelle 15 und den einzelnen Protokollen (S. 25 - 38) zu entnehmen.

Das Protokoll wurde von den Versuchspersonen anhand eines Fragebogens geführt, der Aufschluß darüber geben sollte, ob Magen-Beschwerden wie Aufstoßen, Völlegefühl, Übelkeit, Erbrechen oder Darmbeschwerden wie Blähungen und Krämpfe auftraten. Außerdem wurden jeden Tag Häufigkeit, Konsistenz und Farbe des Stuhles und sonstige Beobachtungen notiert. Jede Medikamenteneinnahme und die Menge des genossenen Mineralwassers mußten aufgeschrieben werden.

Gewichtsverlauf, Größe der Versuchspersonen, tägliche Kalorienzufuhr, Magen- und Darmbeschwerden, Stuhlgang, Medikamenteneinnahme zugeordnet zu der jeweiligen Diät sind - für jede Versuchsperson getrennt - auf den Seiten 25 - 38 graphisch dargestellt und erörtert.

Blutabnahme fand jeden 3. Tag um 8⁰⁰ Uhr nüchtern statt.

Die Werte drei Tage vor dem Versuch, am ersten Tag und drei Wochen nach der Diät galten als Vergleichswerte.

Eine Übersicht über den Zeitplan des gesamten Ernährungsversuchs mit Formeldiäten und Blutentnahmen ist in Tab. 9 aufzeichnet.

Tabelle 5 Zusammensetzung der Formeldiät I

	g	g	g	mg	mg	mg	mg	g	g	g
EW	F	KH	Cal.	Na	K	Ca	Chol.	ges. FS	unges. FS	einfach unges. FS
114,0 g Hyperprotidine	102,9	-	-	421,9	-	-	1,6	-	-	-
75,0 g Butter	0,7	62,0	0,7	582,2	7,5	17,2	12,0	210,0	41,4	29,4
57,2 g Olivenöl	-	57,0	-	532,0	-	-	-	-	6,4	42,4
14,0 g Safloröl	-	14,0	-	130,2	-	-	-	-	1,4	1,7
345,0 g Dextrosin	-	-	326,0	1336,6	258,8	27,6	-	-	-	-
340,0mg Cholesterin	-	-	-	-	-	-	-	340,0	-	-
5,0 g Natriumchlorid	-	-	-	-	1965,0	-	-	-	-	-
2,0 g Kaliumchlorid	-	-	-	-	-	1048,0	-	-	-	-
1000,0ml Wasser	-	-	-	-	2,2	1,0	81,5	-	-	-
	103,6	133,0	326,7	3002,9	2233,5	1093,8	95,1	550,0	49,2	73,5
										23,6

Der Elektrolytgehalt der Butter ist den "Wissenschaftlichen Tabellen" der Firma GEGY entnommen.

Der Fettsäuregehalt von Butter, Olivenöl und Safloröl wurde im Stoffwechsellabor von Prof. N. Zöllner analysiert.

Tabelle 6 Zusammensetzung der Formeldiät II (Butter)

	g	g	g	mg	mg	mg	mg	g	g	g
EW	F	KH	Cal.	Na	K	Ca	Chol.	ges. FS	einfach unges. FS	mehrfach unges. FS
115,6 g Hyperprotidine	104,3	-	427,7	-	-	1,6	-	-	-	-
133,2 g Butter ¹⁾	1,3	110,4	1,3	1037,4	13,3	30,6	21,3	373,0	73,4	52,1
380,6 g Saccharose	-	-	379,9	1557,6	1,1	1,9	-	-	-	-
177,0 mg Cholesterin	-	-	-	-	-	-	177,0	-	-	-
5,0 g Natriumchlorid	-	-	-	1965,0	-	-	-	-	-	-
2,0 g Kaliumchlorid	-	-	-	-	1048,0	-	-	-	-	-
1000,0 ml Wasser	-	-	-	-	2,2	1,0	81,5	-	-	-
	105,6	110,4	381,2	3022,7	1981,6	1081,5	104,4	550,0	73,4	52,1
										7,6

1) siehe S. 13

Tabelle 7 Zusammensetzung der Formeldiät III (Maiskeimöl)

	g	g	g	mg	mg	mg	mg	g	g	g
EW	F	KH	Cal.	Na	K	Ca	Chol.	ges. FS	einfach unges. FS	mehrfach unges. FS
117,7 g Hyperprotidine	106,0	-	435,5	-	-	1,6	-	-	-	-
111,4 g Maiskeimöl	-	111,3	1035,1	-	-	-	-	18,9	35,6	56,8
386,0 g Saccharose	-	-	1578,5	1,1	1,9	-	-	-	-	-
550,0mg Cholesterin	-	-	-	-	-	-	550,0	-	-	-
5,0 g Natriumchlorid	-	-	-	1965,0	-	-	-	-	-	-
2,0 g Kaliumchlorid	-	-	-	-	1048,0	-	-	-	-	-
1000,0ml Wasser	-	-	-	2,2	1,0	81,5	-	-	-	-
	106,0	111,3	385,0	3049,1	1968,3	1050,9	83,1	550,0	18,9	35,6
										56,8

Der Fettsäuregehalt von Maiskeimöl wurde der "Nährwertbroschüre" der Deutschen Lebensmittelwerke GmbH entnommen.

Tabelle 8 Zusammensetzung der Formeldiät IV (Saccharose)

	g	g	g	mg	mg	mg	mg	g	g	g
EW	F	KH	Cal.	Na	K	Ca	Chol.	ges. FS	einfach unges. FS	mehrfach unges. FS
113,3 g Hyperprotidine	102,25	-	419,2	-	-	1,6	-	-	-	-
9,0 g Safloröl 1)	-	9,0	83,7	-	-	-	-	0,9	1,1	7,0
616,0 g Saccharose	-	-	614,76	2520,5	1,8	3,0	-	-	-	-
550,0mg Cholesterin	-	-	-	-	-	-	550,0	-	-	-
5,0 g Natriumchlorid	-	-	-	1965,0	-	-	-	-	-	-
2,0 g Kaliumchlorid	-	-	-	-	1048,0	-	-	-	-	-
1000,0ml Wasser	-	-	-	2,2	1,0	81,5	-	-	-	-
	102,25	9,0	614,76	3023,4	1969,0	1052,0	83,1	550,0	0,9	1,1
										7,0

1) siehe S. 13

Tabelle 9 Zeitplan des Ernährungsversuchs

Kohlenhydrate	Dextrosin 45 %	Saccharose 52 %	Dextrosin 45 %	Saccharose 52 %	Dextrosin 45 %	Saccharose 83 %
Fett	Butter 41 % Olivöl Safloröl	Butter 34 %	Butter 41 % Olivöl Safloröl	Maiskeimöl 34 %	Butter 41 % Olivöl Safloröl	
Eiweiß	Hyperprotidine 14 %	14 %	14 %	14 %	14 %	Safloröl 3 %



Blutabnahme
8⁰⁰ Uhr

D-Xylose-Test



Folgende Personen - A, B, D, F, G - tranken während des Versuchs "Überkinger"-Mineralwasser. Die tägliche Menge und deren Gehalt an Na^+ - und K^+ - Ionen sind in den folgenden Tabellen (10-14) für jede Person einzeln aufgeführt.

Tabelle 10 Versuchsperson A

Tg.	Menge in l	Na^+ mg	K^+ mg	Tg.	Menge in l	Na^+ mg	K^+ mg
5.	0,7	861,0	15,4	25.	0,7	861,0	15,4
6.	---	---	---	26.	0,7	861,0	15,4
7.	1,5	1845,0	33,0	27.	---	---	---
8.	0,7	861,0	15,4	28.	0,7	861,0	15,4
9.	0,7	861,0	15,4	29.	0,7	861,0	15,4
10.	0,7	861,0	15,4	30.	1,0	1230,0	22,0
11.	0,7	861,0	15,4	31.	0,7	861,0	15,4
12.	0,7	861,0	15,4	32.	0,7	861,0	15,4
13.	---	---	---	33.	0,7	861,0	15,4
14.	0,3	369,0	6,6	34.	0,7	861,0	15,4
15.	0,7	861,0	15,4	35.	0,7	861,0	15,4
16.	0,3	369,0	6,6	36.	0,5	615,0	11,0
17.	---	---	---	37.	0,7	861,0	15,4
18.	1,4	1722,0	30,8	38.	0,7	861,0	15,4
19.	1,0	1230,0	22,0	39.	0,7	861,0	15,4
20.	0,7	861,0	15,4	40.	0,7	861,0	15,4
21.	0,7	861,0	15,4	41.	0,7	861,0	15,4
22.	0,5	615,0	11,0	42.	0,7	861,0	15,4
23.	0,7	861,0	15,4	43.	0,7	861,0	15,4
24.	0,7	861,0	15,4	44.	0,7	861,0	15,4

Vom 1. bis 4. Tag keine Einnahme von "Überkinger"-Mineralwasser.

Tabelle 11 Versuchersperson B

Tg.	Menge in l	Na ⁺ mg	K ⁺ mg
15.	0,5	615,0	11,0
16.	---	---	---
17.	---	---	---
18.	0,8	984,0	17,6
19.	---	---	---
20.	0,3	369,0	6,6
21.	0,2	246,0	4,4
22.	0,5	615,0	11,0
23.	0,5	615,0	11,0
24.	0,5	615,0	11,0
25.	0,7	861,0	15,4
26.	0,2	246,0	4,4
27.	0,3	369,0	6,6
28.	0,7	861,0	15,4
29.	0,2	246,0	4,4
30.	0,3	369,0	6,6
31.	0,4	492,0	8,8
32.	---	---	---
33.	---	---	---
34.	0,5	615,0	11,0
35.	0,5	615,0	11,0
36.	0,3	369,0	6,6
37.	0,2	246,0	4,4
38.	0,3	369,0	6,6
39.	1,0	1230,0	22,0
40.	0,4	492,0	8,8
41.	0,7	861,0	15,4
42.	0,5	615,0	11,0
43.	0,3	369,0	6,6
44.	---	---	---

Vom 1. bis 14. Tag keine
Einnahme von "Überkinger"-
Mineralwasser

Tabelle 12 Versuchsperson D

Tg.	Menge in l	Na ⁺ mg	K ⁺ mg	Tg.	Menge in l	Na ⁺ mg	K ⁺ mg
5.	0,1	123,0	2,2	25.	---	---	---
6.	---	---	---	26.	1,1	1353,0	24,2
7.	0,7	861,0	15,4	27.	0,5	615,0	11,0
8.	1,4	1722,0	30,8	28.	0,9	1107,0	19,8
9.	0,8	984,0	17,6	29.	0,9	1107,0	19,8
10.	1,2	1476,0	26,4	30.	0,6	738,0	13,2
11.	0,9	1107,0	19,8	31.	1,4	1722,0	30,8
12.	0,4	492,0	8,8	32.	0,2	246,0	4,4
13.	1,2	1476,0	26,4	33.	0,8	984,0	17,6
14.	0,6	738,0	13,2	34.	0,8	984,0	17,6
15.	0,8	984,0	17,6	35.	0,2	246,0	4,4
16.	1,0	1230,0	22,0	36.	0,4	492,0	8,8
17.	0,4	492,0	8,8	37.	0,5	615,0	11,0
18.	0,4	492,0	8,8	38.	0,1	123,0	2,2
19.	0,1	123,0	2,2	39.	0,2	246,0	4,4
20.	1,3	1599,0	28,6	40.	0,3	369,0	6,6
21.	1,0	1230,0	22,0	41.	0,3	369,0	6,6
22.	0,7	861,0	15,4	42.	0,1	123,0	2,2
23.	0,7	861,0	15,4	43.	0,5	615,0	11,0
24.	0,2	246,0	4,4	44.	---	---	---

Vom 1. bis 4. Tag keine Einnahme von "Überkinger"-Mineralwasser

Tabelle 13 Versuchsperson F

Tg.	Menge in l	Na ⁺ mg	K ⁺ mg	Tg.	Menge in l	Na ⁺ mg	K ⁺ mg
6.	0,5	615,0	11,0	30.	0,2	246,0	4,4
13.	0,5	615,0	11,0	31.	0,3	369,0	6,6
19.	0,7	861,0	15,4	32.	0,2	246,0	4,4
24.	0,5	615,0	11,0	35.	0,2	246,0	4,4
27.	0,4	492,0	8,8	41.	0,5	615,0	11,0
28.	0,7	861,0	15,4	42.	0,7	861,0	15,4
29.	0,3	369,0	6,6	43.	0,2	246,0	4,4

An den restlichen Tagen keine Einnahme von "Überkinger"-Mineralwasser.

Tabelle 14 Versuchsperson G

Tg.	Menge in l	Na ⁺ mg	K ⁺ mg	Tg.	Menge in l	Na ⁺ mg	K ⁺ mg
5.	0,3	369,0	6,6	25.	---	---	---
6.	0,7	861,0	15,4	26.	---	---	---
7.	0,5	615,0	11,0	27.	0,7	861,0	15,4
8.	0,5	615,0	11,0	28.	0,2	246,0	4,4
9.	0,3	369,0	6,6	29.	---	---	---
10.	0,3	369,0	6,6	30.	0,4	492,0	8,8
11.	0,2	246,0	4,4	31.	0,1	123,0	2,2
12.	0,2	246,0	4,4	32.	0,4	492,0	8,8
13.	0,3	369,0	6,6	33.	---	---	---
14.	0,3	369,0	6,6	34.	0,3	369,0	6,6
15.	1,0	1230,0	22,0	35.	0,5	615,0	11,0
16.	0,2	246,0	4,4	36.	0,5	615,0	11,0
17.	0,3	369,0	6,6	37.	0,3	369,0	6,6
18.	0,4	492,0	8,8	38.	0,2	246,0	4,4
19.	0,3	369,0	6,6	39.	0,4	492,0	8,8
20.	0,4	492,0	8,8	40.	---	---	---
21.	0,3	369,0	6,6	41.	0,2	246,0	4,4
22.	0,7	861,0	15,4	42.	---	---	---
23.	---	---	---	43.	---	---	---
24.	1,0	1230,0	22,0	44.	---	---	---

Vom 1. bis zum 4. Tag keine Einnahme von "Überkinger"-Mineralwasser.

III ERGEBNISSE

1. Allgemeine Befunde

Die Diäten wurden stets flüssig eingenommen. So war es kein Wunder, daß schon bald der Wunsch nach einer herzhaften, festen Nahrung auftrat.

Nach etwa 4 - 5 Tagen machte sich bei den Versuchspersonen eine zunehmende Gereiztheit und Aggressivität bemerkbar, die sie jedoch nicht selber wahrnahmen, sondern ihnen von ihrer Umgebung vorgehalten wurde. Diese Verstimmtheit äußerte sich nicht nur innerhalb der Versuchsgruppe, sondern auch zu Hause und bei den täglichen zwischenmenschlichen Begegnungen.

Als weiterer lästiger Nebebefund wurde ein starker Belag der Zunge vermerkt, der nur mit einer Zahnbürste richtig zu beseitigen war. Foetor ex ore und schlechter Geschmack im Mund, trotz mehrmaliger Zahnreinigung täglich, war wohl teilweise durch diesen Belag bedingt.

Teilweise wurde über körperliche Schwäche und Unkonzentriertheit geklagt. Dies mag mit dem Gewichtsverlust zusammenhängen, der im Durchschnitt 2,8 kg (1-4 kg) betrug.

Die Häufigkeit des Stuhlganges änderte sich nicht. Diejenigen, die vor dem Versuch täglich Stuhlgang hatten, gaben auch während des Versuchs täglich Stuhlgang an. Diejenigen, die sonst unter Obstipation litten, hatten auch während des Versuches Schwierigkeiten.

2. Protokolle der Versuchspersonen

Tabelle 15 Gewichtsverlauf

Versuchs- personen	A	B	C	D	E	F	G
1. Tag	80,5	99,0	91,0	80,0	58,0	67,0	82,4
2. Tag	80,7	99,0	91,0	79,8	58,0	67,0	82,1
3. Tag	80,5	98,8	90,5	79,7	58,2	66,9	81,2
4. Tag	80,5	98,4	90,0	78,3	58,0	66,2	80,8
5. Tag	79,5	98,6	89,5	78,2	57,8	65,5	80,5
6. Tag	79,3	98,0	89,0	78,2	57,4	65,6	80,9
7. Tag	79,2	98,0	89,0	78,2	57,4	65,6	80,9
8. Tag	79,2	98,3	89,0	78,3	57,7	66,7	81,2
9. Tag	79,5	98,0	89,0	78,0	57,8	66,1	81,2
10. Tag	79,5	97,8	88,8	78,0	57,9	66,2	81,3
11. Tag	79,5	97,8	88,7	78,0	58,0	66,0	81,2
12. Tag	79,5	97,7	88,7	78,1	57,8	66,1	81,2
13. Tag	78,3	97,6	88,5	78,2	57,6	65,7	81,1
14. Tag	78,4	97,5	88,5	77,9	57,4	65,8	81,0
15. Tag	78,5	97,5	88,4	77,8	57,2	65,8	81,0
16. Tag	78,6	97,5	88,4	77,9	57,4	66,0	81,0
17. Tag	78,0	98,0	88,3	77,7	57,4	65,6	80,8
18. Tag	78,0	97,9	88,3	78,0	57,5	66,0	80,6
19. Tag	78,1	97,7	88,0	77,9	57,5	66,1	80,6
20. Tag	78,1	98,0	88,0	77,4	57,3	66,1	80,5
21. Tag	77,9	98,0	87,9	77,2	57,1	65,5	80,5
22. Tag	77,7	97,5	87,8	77,2	57,0	65,6	80,5
23. Tag	77,5	97,8	87,8	77,1	57,3	66,1	80,5
24. Tag	77,5	97,8	87,7	77,0	57,5	66,0	80,5
25. Tag	77,3	97,3	87,6	77,0	57,7	65,8	80,5
26. Tag	77,0	97,8	87,4	76,7	57,4	65,9	80,4
27. Tag	77,2	97,3	87,6	76,5	57,4	66,4	80,4
28. Tag	77,3	96,4	87,4	76,2	57,5	65,9	80,4
29. Tag	77,2	97,0	87,4	77,1	57,2	65,9	80,3
30. Tag	77,4	97,5	87,5	76,8	57,3	65,8	80,5

Versuchs- personen	A	B	C	D	E	F	G
31. Tag	77,6	97,5	87,3	77,2	57,3	66,0	80,4
32. Tag	77,4	97,5	87,3	77,0	57,5	65,8	80,5
33. Tag	77,1	97,4	87,4	77,3	57,6	65,6	80,5
34. Tag	77,2	97,0	87,5	77,0	57,7	65,8	80,5
35. Tag	77,0	97,0	87,5	77,1	57,5	65,9	80,4
36. Tag	76,6	97,1	87,3	76,7	57,3	66,0	80,5
37. Tag	76,5	96,5	87,1	76,4	57,2	65,6	80,6
38. Tag	76,6	96,5	87,0	76,0	57,4	65,8	80,6
39. Tag	76,5	96,3	87,0	76,2	57,3	65,8	80,4
40. Tag	76,5	96,0	87,1	76,2	57,1	66,0	80,4
41. Tag	76,5	96,0	87,0	76,0	57,0	65,8	80,3
42. Tag	76,5	95,8	87,0	75,9	56,8	66,0	80,4
43. Tag	76,5	95,5	86,9	75,7	56,8	65,0	80,5
44. Tag	76,4	95,8	86,8	76,0	56,9	65,6	80,4
45. Tag	76,3	95,5	86,9	76,1	57,0	65,9	80,5

Trotz größter Erhöhung der Kalorienzufuhr (insgesamt 700 Kal.) nahm Versuchsperson A am meisten ab. (4,5 kg, ohne die 1. Formeldiätperiode I, 3,5 kg). Abnahme von etwa je 1 kg konnte bei der Formeldiät II und bei allen Perioden der Formeldiät I festgestellt werden. Während der Formeldiät III und Formeldiät IV war die Gewichtsreduzierung geringer.

Auf die zweite und dritte Periode der Formeldiät I reagierte A mit Völlegefühl und teilweiser Übelkeit bis Erbrechen.

Während der Formeldiät II stellten sich bei A Magenschmerzen ein, sie mußte deshalb Gelusil-Lac einnehmen (die Menge ist im Protokoll von A verzeichnet).

Während der Formeldiät IV klagte A ebenfalls über Magenschmerzen und über ein zunehmendes Brennen der Mund- und Rachenschleimhäute.

Der Stuhlgang war im ersten Drittel des Versuchs häufig, im zweiten Drittel seltener und im dritten Drittel wurde er nur noch dreimal aufgezeichnet. Die zwei Xylosetests während der Formeldiät III verursachten bei A Diarrhoe, wie auch der erste Xylosetest während der Formeldiät II. Nach den anderen Xylosetests stellte sich keine Diarrhoe ein.

D = Diarrhoe, n = normal, d = dünn, f = fest, h = hell

) = teilweise

Der Gewichtsverlust bei Versuchsperson B belief sich in der Formeldiät III und IV auf je 0,5 kg, bei der Formeldiät II jedoch auf 1,5 kg, trotz vorheriger Erhöhung der Kalorienzufuhr, worauf alle anderen Probanden zunächst mit einem leichten Anstieg ihres Gewichts reagierten. Der Gesamtgewichtsverlust belief sich auf 3,5 kg (ohne die ersten 6 Tage 2,5 kg). Während der Formeldiät II hatte B allerdings an drei Tagen Diarrhoe, zweimal im Zusammenhang mit dem Xylose-Test, einmal jedoch unabhängig davon.

Über sonstige Magen- und Darmbeschwerden konnte B sich jedoch nicht beklagen, bis auf den ersten Tag der Formeldiät IV, an dem sie Flatulenzen Flatulenzen angab.

B nahm während der ersten Woche wegen einer leichten fieberigen Grippe Penicillin ein. Die Mengen sind im Protokoll vermerkt.

D = Durchfall, n = normal, d = dünn, f = fest,
db = dunkelbraun, hb = hellbraun

Versuchsperson C Gewicht: 91,0 kg Größe: 180 cm

91 kg -																																																																																																																																																																																																																																																																																																
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Versuchsperson C verlor in den ersten 6 Tagen 2 kg an Gewicht. Trotz zweimaliger Erhöhung der Kalorienzufuhr um jeweils 250 Kal. verlor sie bis zum Ende des Versuchs nochmals etwa 2 kg. Während der Formeldiät II, III und IV nahm sie jeweils etwa 0,5 kg ab.

Während der Formeldiät IV hatte sie häufiger Stuhlgang als bei den Formeldiäten I, II und III. Außerdem litt C während dieser und der zweiten Periode der Formeldiät I unter Darmkrämpfen.

Auf die Xylose-Tests reagierte C nicht mit Diarrhoe. Außer einer allgemeinen Mattigkeit klagte C über keine Beschwerden.

n = normal, d = dünn, f = fest

Versuchsperson D litt relativ häufig an Kopfschmerzen und Nasenbluten. Auf den ersten Tag der zweiten Periode der Formeldiät I reagierte D mit Magenschmerzen und Erbrechen gefolgt von Völlegefühl und Aufstoßen. Während der Formeldiät IV litt D häufig unter Völlegefühl und an zwei Tagen unter Magenschmerzen. Im Verlaufe dieser Diät konnte sie nur einmal Stuhlgang angeben, und diesen im Anschluß an den Xylose-Test. Während der Formeldiät II war der Stuhlgang wieder häufiger.

n = normal, f = fest, d = dünn

Versuchsperson E verlor insgesamt 1 kg Körpergewicht, davon 0,5 kg während der ersten 6 Tage, obwohl zu Beginn der 2. Periode der Formeldiät I die tägliche Kalorienzufuhr um 200 Kal. und zu Beginn der 3. Periode der Formeldiät I um 250 Kal. erhöht wurde.

Während der Formeldiät II wurde am häufigsten Stuhlgang vermerkt. Am ersten Tag der Formeldiät IV reagierte E auf die Kost mit kurzzeitigem Völlegefühl nach jeder Mahlzeit. Sonstige Magenbeschwerden wurden nicht angegeben. Am Ende der 1. und 2. Periode der Formeldiät I wurden Darmkrämpfe verzeichnet. E, die normalerweise häufig unter Kopfschmerzen leidet, gab während des gesamten Versuchs nur einmal Kopfschmerzen an.

Leichtes Schwindelgefühl und physische Schwäche wurden im ersten und zweiten Drittel des Versuchs häufig notiert.

D = Durchfall, n = normal, f = fest, d = dünn,
db = dunkelbraun, hb = hellbraun, s = schleimig

Versuchsperson F verlor in den ersten 6 Tagen 1,5 kg.

Die Kalorienzufuhr wurde deshalb zu Beginn der Formeldiät IV um 300 Kal. erhöht. Zu Beginn der Formeldiät II bekam F erneut 250 Kal. täglich mehr, da sie über Hunger klagte. Danach war ein relatives Stoffwechselgleichgewicht erreicht.

Im Gegensatz zu den anderen Probanden, die zu Beginn des Versuchs vermehrt Stuhlgang angaben, konnte F in der zweiten Hälfte öfter Stuhlgang verzeichnen. Bei insgesamt 8 Xylose-Tests reagierte sie fünfmal mit Diarrhoe.

Am ersten Tag der ersten Formeldiät I konnte F 1/4 der Tagesmenge nicht essen. Sie gewöhnte sich dann jedoch schnell an die Formeldiät I und gab diese nach Befragung als die beste Diät an.

Am ersten Tag der Formeldiät IV litt F an Magenschmerzen. Sie konnte an diesem Tag 1/3 der Tagesration nicht essen. Völlegefühl gab F am ersten Tag der Formeldiät III an. Im übrigen klagte sie über Konzentrationsschwierigkeiten während der Formeldiät II.

D = Durchfall, d = dünn, n = normal, s = schleimig,
f = fest, h = hell,) = teilweise

Versuchsperson G nahm in den ersten 6 Tagen der Formeldiät I am meisten ab. Erneute leichte Abnahme während der zweiten Formeldiät I. Vor der dritten Formeldiät I wurde die Kalorienzufuhr um 300 Kal. pro Tag erhöht und eine erneute Gewichtsabnahme verhindert.

G konnte während des gesamten Versuchs nur insgesamt achtmal Stuhlgang angeben, davon dreimal im Zusammenhang mit dem Xylose-Test, der allgemein leichte Diarrhoe verursachte.

Während der Formeldiät II ist eine leichte Gewichtszunahme (0,5 kg) zu verzeichnen.

G hat jede Diät gut vertragen, Magen- und Darmbeschwerden konnten bei ihm nicht notiert werden.

Zu Beginn der zweiten Formeldiät I (nach der Formeldiät II) gab G 15 bis 30 Min. nach jedem Essen Druck und Schmerz im Thorax links und im linken Oberarm an.

n = normal, f = fest, h = hell

3. Verträglichkeit der Formeldiäten

Nach dem Ernährungsversuch wurden die Versuchspersonen befragt, welche Diät sie am besten vertragen hätten, bzw. welcher sie den Vorzug geben würden. Die Formeldiät III mit 52 % Saccharose und 34 % Maiskeimöl wurde zuerst genannt, gefolgt von der Formeldiät II mit 52 % Saccharose und 34 % Butter. Zu der Formeldiät IV mit 83 % Saccharose - 3 % Safloröl und der Formeldiät I mit Dextrosin^R - Fettgemisch brauchte man allgemein zum Verzehr einige Überwindung, mit Ausnahme von zwei Personen, die diese Formeldiät an erster Stelle nannten, da ihnen die Formeldiäten II, III und IV zu süß waren, wohingegen der weiblichen Teilnehmerin die Formeldiät IV am besten schmeckte. Diese Diät mit ihrem hohen Gehalt an Saccharose war verständlicherweise bei denjenigen Personen nicht sehr beliebt, die darauf mit Völlegefühl oder gar Magenschmerzen reagierten. Die Formeldiät I verursachte bei einigen Versuchspersonen Nausea, die jedoch nach ein bis zwei Tagen Eingewöhnung ver schwand.

Tabelle 16 Verträglichkeit der Formeldiäten

Versuchsperson	A	B	C	D	E	F	G
Formeldiät I	+	+	+	++	+	+++	+++
Formeldiät II (Butter)	+++	++	+++	+++	++	++	++
Formeldiät III (Maiskeimöl)	+++	+++	+++	+++	++	++	+++
Formeldiät IV (Zucker)	+	++	+	+	+++	+	+

+++ sehr gut, ++ gut, + schlecht schmeckend

IV DISKUSSION

In den ersten 6 Tagen trat generell ein mehr oder weniger großer Gewichtsverlust ein (0,5 - 2,0 kg, im Durchschnitt 1,4 kg). Dieser ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den relativ geringen Salzgehalt der Formeldiäten zurückzuführen. Der Gewichtsverlust vom 7. bis zum 45. Tag belief sich auf 0,2 - 3,6 kg (im Durchschnitt 1,5 kg). Wie schon erwähnt, wurde die anfängliche Kalorienzufuhr nach der durchschnittlichen Kalorienaufnahme in den acht Tagen vor dem Versuch berechnet. Es muß aber angenommen werden, daß die Angaben der Versuchspersonen nicht immer korrekt waren, z.B. gab Versuchsperson A (80 kg) 2000 Kal. an, ebenso Versuchsperson C (91 kg); das ist auffallend wenig. Bei den Versuchspersonen B, D, E, F und G könnten die Angaben in etwa stimmen. Versuchsperson B gab als täglichen Kalorienverbrauch 3302 Kal. an. Zu Beginn der Formeldiät konnte er aber tatsächlich aus geschmacklichen Gründen nur 2700 Kal. zu sich nehmen (vgl. dazu Tab. 17).

AHRENS et al. (3) konnte zwischen 1953 und 1968 bei insgesamt 114 erwachsenen Patienten für 4 Wochen und länger allein mit verschiedenen flüssigen Formeldiäten eine ausgeglichene Energiebilanz aufrechterhalten. Dazu errechneten sie bei Männern einen durchschnittlichen Energiebedarf von $35,84 \pm 3,92$ Kal.

und bei Frauen von $36,20 \pm 4,85$ Kal. pro kg Körpergewicht. Daraufhin setzten sie diese Kalorienwerte in Beziehung zur Körperoberfläche und erhielten eine Gauss'sche Kurve, die bei Männern ihr Maximum bei 1390 ± 123 Kal./m² und bei Frauen bei 1260 ± 96 Kal./m² erreichte.

Berechnen wir nach diesen Werten die Kalorienanforderung für unsere Versuchspersonen (Körperoberfläche ausgerechnet nach der Formel von Du Bois: $167,2 \cdot \sqrt{kg} \cdot \sqrt{cm} = cm^2$) und vergleichen diese mit der täglichen Kalorienzufuhr zu Beginn und zum Ende unseres Versuches, so ergibt sich folgendes Bild (Tab. 17): die Kalorienwerte zu Beginn des Versuches liegen alle, mit Ausnahme von F, unter denen, die von AHRENS et al. berechnet wurden. Zum Ende liegen nur A und C niedriger, B ist nahezu identisch, während die Werte von D, E, F und G zum Teil bedeutend höher liegen, als die errechneten.

Tabelle 17

	durchschnittl. tägl. Kalorien- zufuhr lt. Pro- tokoll vor dem Versuch	Tägl. Kalori- enaufnahme zu Beginn des Versuches	Tägl. Kalori- enaufnahme am Ende des Versuches	Sollzufuhr ge- mäß den Werten pro m ² Körper- oberfläche nach AHRENS et al.
A	2035	2000	2700	2780
B	3302	2700	3250	3260
C	2145	2000	2500	2970
D	2585	2500	3250	2820
E	1804	1800	2250	2040
F	2797	2700	3250	2540
G	2590	2700	3000	2840

In Abbildung 1 sind die Gewichtsverluste der Versuchspersonen, einmal während des ganzen Versuchs und einmal nur in der Zeit vom 7. bis 45. Tag, zu der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro m^2 -Körperoberfläche in Beziehung gesetzt. Ohne die Gewichtsverluste in den ersten 6 Tagen, die durch Wasserverluste zu erklären sind, ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen Kalorienzufuhr und Gewichtsverhalten.

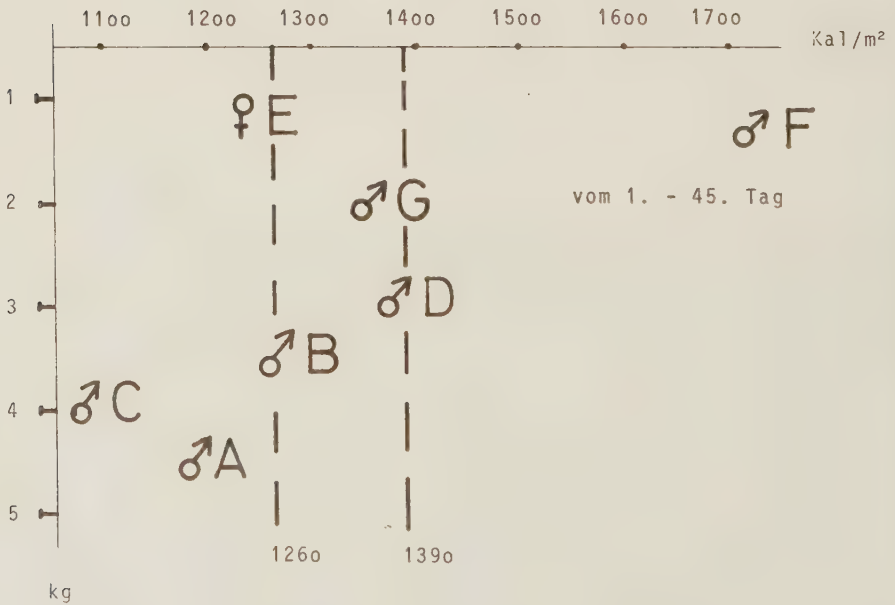
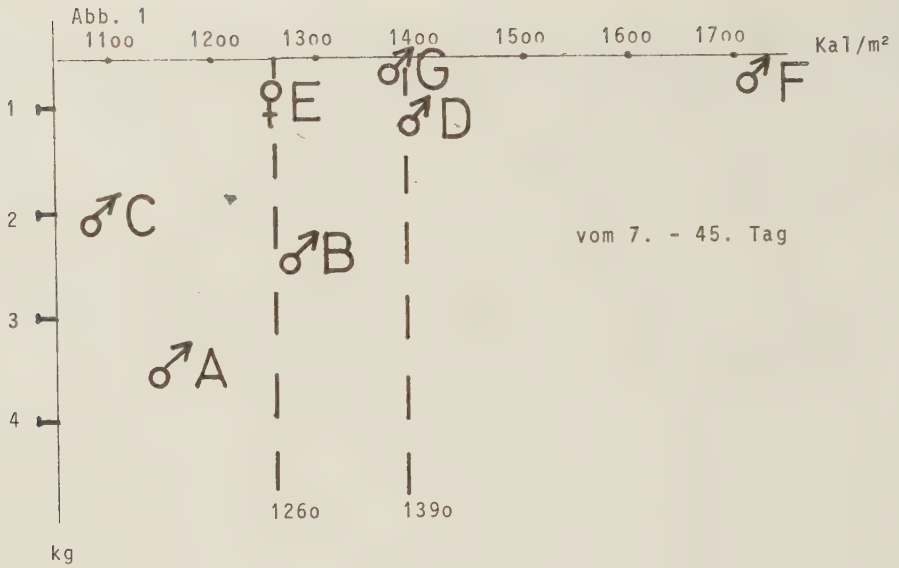


Abb. 1 Gewichtsverluste der Versuchspersonen in Beziehung zu ihrer durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro m² Körperoberfläche. Zusätzlich sind die Mittelwerte der Kalorienzufuhr pro m² Oberfläche für Männer(1390)u.Frauen(1260)von AHRENS et al. (3) eingezeichnet.

Obwohl vier Personen gegen Ende des Versuchs täglich mehr Kalorien zu sich nahmen als die Berechnung nach der Körperoberfläche für sie vorsieht, nahmen diese Versuchspersonen keineswegs an Gewicht zu. Es ist festzustellen, daß eine Erhöhung der täglichen Kalorienzufuhr zu Beginn der letzten Versuchsdiät, die bei drei Personen durchgeführt wurde, noch nicht einmal eine vorübergehende Gewichtserhöhung bedingte, wie dies bei vorhergehenden Kalorienerhöhungen der Fall war. (Vgl. S. 25, 27, 31 A, B, D)

In dem bereits zitierten Versuch von MACDONALD (21) nahmen die Versucherpersonen während der 5 Tage Zucker-Butter-Diät 453 g (1,0 lb.) an Gewicht ab, während bei den anderen Diäten deren Gewicht gleichblieb. In unserem Versuch zeigte sich während der Formeldiät II lediglich bei vier Personen (A,B,C,D) ein Gewichtsverlust, der sich (während 9 Tagen) zwischen 0,5 und 1,5 kg bewegte. Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß die Probanden B und D die Formeldiät II in den letzten neun Tagen aßen. LAST (18) konnte nur bei zwei Patienten (von 11) eine geringe Gewichtsabnahme feststellen.

Die Auswertung unserer Ergebnisse steht somit nicht ganz im Einklang mit denen anderer Autoren. Einer der Gründe dafür kann in der Art der Durchführung des Versuches liegen, die es den teilnehmenden Personen erlaubte, ihrem Beruf bzw. ihrer Ausbildung als Studenten der Zahnmedizin weiterhin nachzugehen.

LAST führte seinen Versuch an Patienten durch, die nur wenig Bewegung hatten. Die Versuchspersonen von AHRENS et al. setzten sich zum Teil aus Patienten zusammen, zum Teil kamen sie ambulant in die Klinik, übten aber keine Tätigkeit aus, sondern gingen höchstens spazieren oder einkaufen. MACDONALD machte über sein Klientel keine näheren Angaben.

Ein weiterer Grund der Gewichtsabnahme mag in der unbewußt falschen Berechnung der aufgenommenen Kalorienzahl vor dem Versuch gelegen haben. Da die tägliche Nahrungsmenge von den Versuchspersonen mit nach Hause genommen wurde, konnte eine vollständige Nahrungsaufnahme nicht kontrolliert werden.

In den Jahren 1972/1973 fanden im gleichen Labor mehrere Ernährungsversuche mit flüssiger Formeldiät statt. Zwei Versuche mit zusammen 13 Probanden liefen über 42 Tage, zwei Versuche mit ebenfalls 13 Probanden liefen über 45 Tage. Es fällt auf, daß sich stets in den letzten Tagen der Versuche eine verstärkte Gewichtsabnahme zeigte, unabhängig von der Zusammensetzung der Formeldiät und der Dauer. Möglicherweise spielen auch psychische Momente eine Rolle, indem die Aussicht auf das Ende eines Versuchs Einfluß auf die Selbstdisziplin hat. Um dies zu klären, müßte man einen Diätversuch über einen längeren Zeitraum festsetzen und unerwartet früher aufhören.

Obwohl reine Fructose für die Diät nicht verwandt wurde, da schon ein Anteil von 40 % bezogen auf 3000 Kal. Diarrhoe verursacht (12), traten trotzdem bei den Versuchspersonen A, D, E und F Magenbeschwerden wie Aufstoßen, Völlegefühl und Übelkeit auf, sowie Darmblähungen und -krämpfe bei den Versuchspersonen C, D, E und F.

Diese Beschwerden sind höchstwahrscheinlich auf die ausschließlich breiige Kost zurückzuführen. Sie werden aber auch bei anderen Autoren erwähnt.

Das Brennen der Mund- und Rachenschleimhäute während der Formeldiät IV bei Versuchsperson A könnte durch den hohen Gehalt an Saccharose bedingt sein. Da dieses Brennen in den letzten fünf Tagen des Versuchs auftrat, könnte es jedoch auch einen Vitaminmangel anzeigen.

Versuchsperson G gab in den ersten drei Tagen der 2. Formeldiät I 15 - 30 Min. nach jedem Essen Druck und Schmerz im Thorax links und im linken Oberarm an. Ein Zusammenhang dieser Beschwerden mit der Formeldiät läßt sich kaum herstellen.

Die Tatsache, daß sieben Personen 45 Tage lang mit Formeldiät ernährt wurden und währenddessen ihr gewohntes Leben weiterführten, ohne daß ernstliche Nebenwirkungen beobachtet werden konnten, spricht für die Vollwertigkeit und Verträglichkeit dieser "synthetischen" Kost. Allerdings wird in Zukunft bei ähnlichen Versuchen eine exaktere Berechnung des Energiebedarfs und eine genauere Überwachung der Nahrungsaufnahme nötig sein.

V ZUSAMMENFASSUNG

Ernährungsphysiologische Studien sind zur Diagnose und Therapie von Stoffwechselkrankheiten nötig. Als Mittel der Wahl hat sich die Formeldiät bewährt. In Amerika und England wurden mehrere Nährstoffe getestet und für vollwertig befunden. Es blieb die Frage, ob mit den uns in Deutschland zur Verfügung stehenden Nährstoffen eine ebenso verträgliche und vollwertige Diät hergestellt werden kann.

Sieben gesunde Personen unterzogen sich einem 45tägigen Ernährungsversuch, bei dem folgende vier Formeldiäten verabreicht wurden:

- I - 14 % Eiweiß, 41 % Fettgemisch (Butter, Olivenöl, Safloröl), 45 % Dextrosin^R
- II - 14 % Eiweiß, 34 % Butter, 52 % Saccharose
- III - 14 % Eiweiß, 34 % Maiskeimöl, 52 % Saccharose
- IV - 14 % Eiweiß, 3 % Safloröl, 83 % Saccharose

Zu den Formeldiäten, sie waren nur teilweise wohlschmeckend, durfte nur Kaffee, Tee und "Überkinger"-Mineralwasser getrunken werden.

Der Gewichtsverlust der Versuchspersonen betrug 0,7 - 5,6 kg. Er muß teilweise auf nicht korrekte Angaben über den Kalorienverzehr vor dem Versuch zurückgeführt werden. Die Versuchspersonen, ausschließlich Studenten, besuchten während des Versuchs ihre Vorlesungen und Praktika. Ernste Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet. Die Frage nach der Verträglichkeit und Vollwertigkeit der Formeldiäten kann bejaht werden.

VI L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

1. Klinische Ernährungslehre
Vorträge und Diskussionen der Arbeitstagung
in Mainz vom 17. April 1963
Mit einem Vorwort von Prof. N. Zöllner
Dr. Dietrich Steinkopff Verlag
Darmstadt 1964
2. Nährwert-Broschüre
Deutsche Lebensmittelwerke GmbH, Hamburg
2. Auflage 1973
3. Ahrens, E.H.Jr. The Use of Liquid Formula Diets in
Metabolic Studies: 15 Years Experience
Advances in Metabolic Disorders Vol. 4
ed. R. Levine and Luft R.
Academic Press, New York - London 19
4. Ahrens, E.H.Jr. The Use of Orally-fed Liquid Formulas
Dole, V.P. in Metabolic Studies
Blankenhorn, D.H. Amer.J.Clin.Nutr. 2,336-342 (1954)
5. Bajusz, Eörs Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Ernährung
Bayrischer Landwirtschaftsverlag
München, Basel, Wien 1967
6. Cohenour, S.H. Flavor Preferences for Formula Diets
Calloway, D.H. Amer.Diet.Ass. 55,476-479 (1969)
7. Finegan, A. Diet and Coronary Heart Disease
Hickey, N. Dietary Analysis on Fifty Females
Maurer, B. Am.J.Clin.Nutr. 22,8-9 (1969)
Mulcany, R.
8. Geigy Wissenschaftliche Tabellen
Geigy Pharmazeutika, Wehr (Baden)
Pharmazeutika 7. Auflage 1968
9. Glueck, C.J. Familial Combined Hyperlipoproteinemia
Fallat, R. Studies in 91 Adults and 95 Children
Buncher, C.R. From 33 Kindreds
Tsang, R. Metab.Clin.a.Exper. 22,1403-1428 (1973)
Steiner, P.
10. Grande, F. Dietary Carbohydrates and Serum Cholesterol
Amer.J.Clin.Nutr. 20, 176-184 (1967)
11. Halden, W. Cholesterin - Ernährung - Gesundheit
Prokop, L. München, Berlin, Wien 1957
Verlag Urban und Schwarzenberg
12. Herman, R.H. Fructose Metabolism
Zakim, D. Amer.J.Clin.Nutr. 21,245-249 (1968)
13. Kaufmann, N.A. Comparison of Effects of Fructose, Sucrose,
Poznanski, R. Glucose, and Starch on Serumlipids in Patients
Blondheim, R. with Hypertriglyceridemia and Normal Subjects
Stein, Y. Amer.J.Clin.Nutr. 20,131-132 (1967)
Yechezkiel

14. King, J.C. The Cost of Research Diets
Calloway, D.H. J.Amer.Diet.Ass. 55,361-365 (1969)
15. Köhnlechner, M. Die Managerdiät
Verlag R.S. Schulz
München und Percha 1972
16. Kofrányi, E. Zur Bestimmung der biologischen Wertig-
Jekat, F.K. keit von Nahrungsproteinen
- Bilanzversuche an Menschen -
J.Physiol.Chem. Bd.335, 166-173 (1964)
17. Kuo, P.T. Dietary Carbohydrates in Hyperlipemia
Feng, L. (Hyperglyceridemia); Hepatic and Adipose
Cohen, N.N. Tissue Lipogenic Activities
Fitts, W. Amer.J.Clin.Nutr.20,116-125 (1967)
Miller, L.D.
18. Last, G. Astronauten-Diät
Münch.Med.Wochensh. 4, 147-153 (1972)
19. Malhotra, S.L. Serum Lipids, Dietary Factors and Ischemic
Heart Disease
Amer.J.Clin.Nutr. 20,462-474 (1967)
20. Macdonald, J. The influence of dietary carbohydrates on the
Braithwaite, D.M. lipid pattern in serum and in adipose tissue
Clin.Sc. 27:23 (1964)
21. Macdonald, J. The effects of various dietary carbohydrates
on the serum lipids during a five-day regimen
Clin.Sc. 29:193 (1965)

The lipid Response of Young Women to
Dietary Carbohydrates
Amer.J.Clin.Nutr. 16, 458-463 (1965)

Influence of Fructose and Glucose on Serum
Lipid Levels in Men and Pre- and Post-
menopausal Women
Amer.J.Clin.Nutr. 18, 369-372 (1966)

Interrelationship between the Influences of
Dietary Carbohydrates and Fats on Fasting
Serum Lipids
Amer.J.Clin.Nutr. 20, 345-351 (1967)

Ingested Glucose and Fructose in Serum Lipids
in Healthy Men and after Myocardial Infarction
Amer.J.Clin.Nutr. 21, 1366-1373 (1968)

22. Sturm, A. Grundbegriffe der Inneren Medizin und
 Neurologie (Studienausgabe)
 Gustav Fischer Verlag
 Stuttgart 1968
23. Turpeinen, O. Dietary Prevention of Coronary Heart Disease:
 Miettinen, M. Long-Term Experiment
 Karvonen, M.J. Amer.J.Clin.Nutr. 21, 255-276 (1968)
 Roine, P.
 Pekkarinen, M.
 Lehtosuo, E.J.
 Alivirta, R.
24. Yudkin, J. Nutrition and Palatability
 With special reference to obesity, Myocardial
 infarction, and other disease of civilisation
 Lancet, 1:1335 (1963)

 Dietary fat and dietary sugar in relation
 to ischaemic heart disease and diabetes
 Lancet, 2:4 (1964)

 Evolutionary and Historical Changes in
 Dietary Carbohydrates
 Amer.J.Clin.Nutr. 20, 108-115 (1967)
25. Yudkin, J. Sugar Intake and Myocardial Infarction
 Morland, J. Amer.J.Clin.Nutr. 20, 503-506 (1967)

Lebenslauf

Name : Hannelore Kämmerer-Kanter
Geburtstag und -ort : 31. Dezember 1946 in Frankfurt am Main
Staatszugehörigkeit : deutsch
Eltern : Klaus Kanter, Zahntechnikermeister
Magdalena Meissner, Friseurmeisterin
Heirat : 27. Juli 1973
Wohnung : 8081 Mammendorf, Zum Seefeld 6

Schulbesuch

Ostern 1953 - Ostern 1957 Diesterwegschule in Ffm.
(Grundschule)

Ostern 1957 - Februar 1966 Ziehenschule in Ffm.
(Realgymnasium)

Schulabschluß am 17. Februar 1966 mit der Reifeprüfung.

Zahnmedizinisches Studium an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität
in Frankfurt am Main vom Sommer 1966 bis Sommer 1971.

Bestandene Prüfungen

11. April 1967 Naturwissenschaftliche Vorprüfung
16. Oktober 1968 Zahnärztliche Vorprüfung
29. Juli 1971 Zahnärztliches Staatsexamen

Assistentenzeit

1. Sept. 1971 - 31. Jan. 1972 in freier Praxis - Mannheim
1. Febr. 1972 - 31. Aug. 1972 in freier Praxis - Frankfurt am Main
1. Sept. 1972 - 31. März 1973 in freier Praxis - München
15. April 1973 - 31. Juli 1973 in der Zahnklinik München
1. Febr. 1974 - 31. Dez. 1974 in freier Praxis - München

Der vorliegend beschriebene Ernährungsversuch fand vom
5. November 1973 bis zum 20. Dezember 1973 im Stoffwechsel-
labor von Prof. N. Zöllner in der Medizinischen Poliklinik
der Universität München unter der Leitung von Herrn
Priv. Doz. Dr. G. Wolfram statt.

Für die Überlassung des Themas und seine freundliche
Unterstützung bei der Konzeption der vorliegenden Arbeit
möchte ich mich bei Herrn Priv. Doz. Dr. G. Wolfram
herzlich bedanken.

